



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 69229 호
Application Number PATENT-2000-0069229

출원 년 월 일 : 2000년 11월 21일
Date of Application NOV 21, 2000

출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INST

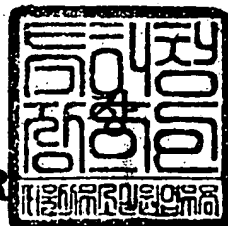
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



2001 년 10 월 12 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.11.21
【발명의 명칭】	페이딩 적응형 초고성능 공간-시간 배열 수신 시스템 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	High Performance Space-Time Array Receive System and Method Using Fading Rate Indicator
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-054594-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	경문건
【성명의 영문표기】	KYEONG, Mun Geon
【주민등록번호】	551120-1057511
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 108-1404
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박재준
【성명의 영문표기】	PARK, Jae Joon
【주민등록번호】	710818-1046519
【우편번호】	412-222
【주소】	경기도 고양시 덕양구 행신2동 무원마을아파트 502-201
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 전영일 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 13 면 13,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 42,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 21,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 CDMA 무선통신시스템에 공간-시간 (Space-Time) 배열 수신시스템을 적용할 때 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정과 수신신호의 데이터 율을 이용하여 페이딩 채널에 의한 왜곡현상을 적응적으로 보상하여 높은 성능을 제공하기 위한 기법에 관한 것이다. 일반적으로 CDMA 이동통신 시스템에서 순방향 링크의 코히어런트 복조를 위한 방법으로 데이터 정보와 파일럿 정보를 동시에 전송한다. 이때 터미널에서 채널의 페이딩 현상에 의한 왜곡을 보상하기 위하여 파일럿 정보를 일정기간 동안 상관을 시켜 페이딩 채널 정보를 추정하고, 이를 데이터 정보를 보상하는데 사용해오고 있다. 본 발명에서는 그러나 이러한 방법을 변형하여 스마트 안테나를 적용한 기지국 시스템의 역방향 링크에서 도플러 주파수 추정과 수신신호의 데이터 율을 이용하여 페이딩 채널의 변화에 따라 적응적으로 파일럿 채널의 상관 길이를 변화시켜 채널을 보다 정확히 추정하는 방법을 제시하였다.

【대표도】

도 1

【색인어】

배열안테나, 도플러 주파수 추정부, 상관길이 선택부

【명세서】**【발명의 명칭】**

페이딩 적응형 초고성능 공간-시간 배열 수신 시스템 및 그 방법 { High Performance Space-Time Array Receive System and Method Using Fading Rate Indicator }

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 특정한 채널에 대해 빔 형성 가중치 벡터의 실시간 계산을 위해 시스톨릭 어레이 구조를 적용한 칩 레벨 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템의 상세 블록도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 특정한 채널에 대해 빔 형성 가중치 벡터의 실시간 계산을 위해 시스톨릭 어레이 구조를 적용한 칩 레벨 DD(Decision-Directed) 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템의 상세 블록도,

도 3은 도 1및 도 2에 도시된 핑거의 구성을 상세하게 나타낸 구성도,

도 4는 공간-시간 배열 시스템의 역방향 링크 구조 예시도,

도 5는 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정부 및 채널 추정기의 상관 길이 선택부의 블록도,

도 6은 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정부 및 채널 추정기의 상관 길이 선택부의 신호 흐름도이다.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ※

100 : 배열안테나	110 : RF/IF/ADC 단
120 : 디지털 빔 형성 네트워크	130 : 가중치 벡터 추정기
140 : 상관길이 선택부	150 : 도플러 주파수 추정부
160 : 복조기	161, 162 : 핑거 및 RAKE 합성기
170 : 기준신호 발생기	180 : 마이크로 프로세서

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 CDMA 무선통신시스템에 있어서 페이딩 적응형 초고성능 S-T 배열 수신 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정과 수신신호의 데이터 율을 이용하여 페이딩 채널에 의한 왜곡현상을 적응적으로 보상하여 높은 성능을 제공하기 위한 시스템 및 그 방법을 제시하기 위한 것이다.

<14> 일반적으로 퀄컴사가 제시한 CDMA 무선통신시스템에서는 터미널(단말기)에서 페이딩 채널에 의한 왜곡현상을 보상하기 위하여 파일럿 채널을 일정기간 동안 상관을 시켜 페이딩 채널 정보를 추정하고 이것을 이용하여 데이터 정보를 보상하는데 사용해오고 있다 (Qualcomm Incorporated, Mobile Demodulator

Architecture for A Spread Spectrum Multiple Access Communication System, US Patent 5764687, June 1998).

<15> 따라서 지금까지는 단말기의 이동속도에 따른 페이딩 채널의 변화량과는 상관없이 채널의 왜곡을 보상하기 위해서 미리 정한 일정기간 동안만 파일럿 채널을 상관하여 채널을 추정하였다. 그러나, 단말기가 고속으로 이동함에 따라 발생하는 빠른 페이딩 환경에서는 파일럿 채널의 상관길이를 짧게 선택하고, 저속으로 이동함에 따라 발생하는 저속 페이딩 환경에서는 파일럿 채널의 상관길이를 길게 선택하여 보다 정확한 채널을 추정할 필요가 있다. 또한 주로 음성위주의 서비스를 제공하던 IS-95 CDMA 시스템에서는 기지국에서 수신되는 모든 단말기들의 수신전력이 일정하나, IMT-2000 시스템과 같이 고속 데이터 서비스를 제공하는 기지국에서는 음성신호(저속 데이터)와 영상신호(고속 데이터)들이 동시에 수신될 수 있다. 이 경우 통상적으로 영상신호의 수신전력이 음성신호의 수신전력보다 높기 때문에 저속 데이터 (낮은 수신전력)일 때는 채널 추정시 긴 구간 동안 상관시켜야 정확한 추정값을 얻을 수 있는 반면, 고속 데이터 (높은 수신전력)일 때는 짧은 구간 동안 상관시켜도 정확한 추정값을 얻을 수 있다. 또한 기존의 선행특허인 '스프레드 스펙트럼 수신 장치'(특허권자는 기타데 다카시, 미야가즈유키이고, 특허명칭이 '스프레드 스펙트럼 수신장치'인 KR98-12990, 1998년 3월)에서는 일반적인 CDMA 시스템의 순방향 링크(기지국에서 이동국으로의 링크)에서 도플러 주파수를 추정하여 적응적으로 채널을 추정하는 방법을 적용하고 있다. 이러한 CDMA시스템의 이동국에서 도플러를 추정하여 페이딩으로 인한 데이터 신호의 왜곡을 적응적으로 보상하는 선행기술은 도플러 주파수를 추정하는 도플

러 주파수 추정부, 가중을 통해 부분 상관결과를 구비하는 필터회로를 통해 상관 결과를 보상하는 방식을 채택하고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해서, 배열 안테나를 적용한 CDMA 무선 통신시스템의 역방향 링크에서 페이딩 채널에 의한 왜곡 현상을 보상하기 위하여 파일럿 채널을 상관시킬 때, 정해진 일정 구간동안 상관을 시키는 것이 아니라, 도플러 주파수 추정을 통해 얻은 페이딩 채널의 변화량과 수신신호의 데이터 율을 이용하여 파일럿 채널의 상관길이를 적응적으로 선택하여 상관시키는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<17> 상기한 목적을 달성하기 위하여 안출된 본 발명에 따르면, 다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 백터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 다수의 디지털 빔 형성 네트워크; 상기 다수의 디지털 빔 형성 네트워크의 출력신호를 복조하는 다수의 복조기; 상기 다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 파일럿 채널 상관기; 상기 파일럿 채널 상관기의 출력을 받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 도플러 주파수 추정부; 수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 마이크로 프로세서; 상기 도플러 주파수 추정부로부터

추정된 도플러 주파수 추정값과 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 상관 길이 선택부; 다수의 핑거의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 기준신호 발생기; 및 상기 기준신호 발생기의 출력과 수신신호를 입력받아 가중치 벡터를 추정하여 상기 디지털 빔 형성 네트워크로 제공하는 다수의 가중치 벡터 추정기를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템이 제공된다.

<18> 또한, 다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 다수의 디지털 빔 형성 네트워크; 상기 다수의 디지털 빔 형성 네트워크의 출력신호를 복조하는 다수의 복조기; 상기 다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 파일럿 채널 상관기; 상기 파일럿 채널 상관기의 출력을 받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 도플러 주파수 추정부; 수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 마이크로 프로세서; 상기 도플러 주파수 추정부로부터 추정된 도플러 주파수 추정값과 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 상관 길이 선택부; 상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 레이크 합성기; 상기 레이크 합성기에서 합성된 심볼의 부호를 판정하는 심볼 추정용 하드 리미터; 빔 형성 알고리즘을 적용하기 위해 상기 하드 리미터의 출력과 다수의 핑거의 출력을 제환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 기준신호 발생기; 및 상기 기준신호 발생기의 출력과 수신신호를 입력받아 가중치 벡터

를 추정하여 상기 디지털 빔 형성 네트워크로 제공하는 다수의 가중치 벡터 추정기를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템이 제공된다.

<19> 또한, 다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 제 1 단계; 상기 제 1단계의 출력신호를 복조하는 제 2단계; 다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 제 3단계; 상기 제 3단계의 출력을 입력받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 제 4단계; 수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 제 5단계; 상기 제 4단계의 추정값과 상기 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 제 6단계; 다수의 펄서의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 제 7단계; 상기 제 7단계의 출력을 입력받아 가중치 벡터를 추정하는 제 8단계; 및 상기 8단계의 추정값을 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제9단계를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법이 제공된다.

<20> 보다 바람직하게, 상기 제 8단계는, 상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 제 1 서브단계; 상기 제 1 서브단계의 합성된 심볼의 부호를 판정하는 제 2 서브단계; 상기 제 2 서브단계의 출력과 상기 다수의 펄서의 출력을 교환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 제 3 서브단계; 및 상기 제 3 서브단계의 출력과 수신신호를 입력받아 MMSE-DD(decision-directed), LMS-DD, NLMS-DD 및 RLS-DD 등의 적응 빔형성 알고리즘을 통해 가중치 벡터를 추

정하는 제 4 서브단계를 포함하고, 상기 제 8단계의 추정값을 상기 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제 9단계를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법이 제공된다.

<21> 또한, 컴퓨터에, 다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 제 1단계; 상기 제 1단계의 출력신호를 복조하는 제 2단계; 다수의 복조기 내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 제 3단계; 상기 제 3단계의 출력을 입력받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 제 4단계; 수신된 신호의 데이터 윌 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 제 5단계; 상기 제 4단계의 추정값과 상기 수신된 신호의 데이터 윌을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 제 6단계; 다수의 평거의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 제 7단계; 상기 제 7단계의 출력과 수신신호를 입력받아 MMSE(Minimum Mean Square Error), LMS(Least Mean Square), NLMS(Normalized LMS) 및 RLS(Recursive Least Square) 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 제 8단계; 및 상기 8단계의 추정값을 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제9단계를 포함하여 이루어진 것을 실행시킬 수 있는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공된다.

<22> 보다 바람직하게, 상기 제 8단계는, 상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 제 1 서브단계; 상기 제 1 서브단계의 합성된 심볼의 부호를 판정하는 제 2 서브단계; 상기 제 2 서브단계의 출력과 상기 다수의 평거의 출력을
 궤

환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 제 3 서브단계; 및 상기 제 3 서브단계의 출력과 수신신호를 입력받아 MMSE-DD(decision-directed), LMS-DD, NLMS-DD 및 RLS-DD 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 제 4 서브단계를 포함하고, 상기 제 8단계의 추정값을 상기 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제 9단계를 포함하여 이루어진 것을 실시시킬 수 있는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공된다.

<23> 본 발명에서는 퀄컴사에서 제시한 방법을 변형시켜 페이딩 채널의 변화량과 수신신호의 데이터 율에 따라 적응적으로 파일롯 채널의 상관 길이를 선택함으로써 더욱 정확한 채널 정보를 추정하는 장치 및 그 방법을 제시하고자 하였다.

<24> 기지국에 배열 안테나를 사용하여 적응 빔 형성기법을 적용하는 것은 사용자들의 공간적인 분포 상태에 따라 전파를 지향적으로 송수신함으로써 전력 효율의 증대는 물론, 불필요한 간섭을 줄여 궁극적으로 통신품질과 기지국 당 서비스 반경 및 가입자 용량을 증대시켜 주는 유효한 방법이 될 수 있다.

<25> 적응 빔 형성 알고리즘에는 최소 평균 자승 오차 (MMSE : Minimum Mean Square Error), 최소 평균 자승 (LMS : Least Mean Square), 재귀적 최소 자승 (RLS : Recursive Least Square) 등이 있는데, 이들 적응 빔 형성 알고리즘들은 모두 그것들의 적응 최적화 과정에 있어서 어떠한 종류의 기준신호들을 필요로 한다. 일반적으로 기준신호는 관심 있는 신호에 대한 사전의 완벽한 정보 또는 지식을 포함하는 신호를 의미하는데, 완벽한 기준신호는 공간 기준신호 및 시간 기준신호로

나눌 수 있다. 이 경우 공간 기준신호는 원하는 신호 정보의 도래각을 의미하며, 시간 기준신호는 원하는 신호와 상관되어 있는 파일럿 신호나 CDMA 송신 터미날(단말기)에서 사용한 확산 코드들이 될 수 있다.

<26> CDMA 무선 통신시스템에서는 터미날(단말기)에서 보낸 확산 코드를 정확히 알 수 있기 때문에 기준신호를 사용한 적응 빔 형성이 잘 적용될 수 있다. 일반적으로, CDMA 무선 통신시스템에 있어서 적응 빔 형성은 Ralph T. Compton 이 제시한 기준신호 발생 루프 모델 (Ralph T. Compton, Jr, Adaptive Array in a Spread Spectrum Communication System, Proc. of The IEEE, Vol. 66, No. 3, pp. 289-298, March 1978) 을 사용하여 구현해 오고 있다.

<27> 본 발명에서는 기준신호 발생방법으로 Ralph T. Compton의 기준신호 발생 모델을 근간으로 하여 기존의 CDMA 이동 통신 시스템에 적용 가능하고 칩 레벨 빔 형성기법에 연동시킬 수 있는 모델을 사용하였다.

<28> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 일 실시예에 따른 '페이딩 적응형 초고성능 S-T 배열 수신 장치 및 그 방법'을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 특정한 채널에 대해 빔 형성 가중치 벡터의 실시간 계산을 위해 시스톨릭 어레이(systolic array) 구조를 적용한 칩 레벨 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템의 상세 블록도이다. 도 1을 참조하면, 공간-시간 배열 수신시스템은 배열 안테나(100)와 RF/IF/ADC 단(110), 디지털 빔 형성 네트워크(120), 가중치 벡터 추정기(130), 상관필터

선택부(140), 도플러 주파수 추정부(150), 핑거(161), 레이크 합성기(162), 기준 신호 발생기(170) 및 마이크로 프로세서(180)를 포함하여 구성되는데, 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.

<29> 먼저, 상기 배열 안테나(100)와 상기 RF/IF/ADC 단(110)을 통과한 기저대역 신호는 상기 가중치 벡터 추정기(130)로 입력되는 동시에 상기 디지털 빔 형성 네트워크(120, 또는 공간 필터라 함)에서 과거에 수신된 스냅샷(snapshot) 신호로 구한 가중치 벡터와 곱해진 후, 하나의 신호 열(190)로 합하여진다.

<30> 각 경로별 신호는 미세 조정된 경로지연 프로파일(profile) 정보에 기초하여 복조기내의 상기 각 핑거(finger, 161)에서 역확산(de-spreading)되고, 이 경로신호들은 상기 레이크(RAKE) 합성기(162)에서 합성된다. 합성된 신호는 디인터리버(de-interleaver), 채널 디코더를 거쳐 데이터 복원기를 통과하여 복원된다. 파일럿 채널 데이터와 트래픽 채널 데이터는 각각 복조기의 상기 핑거(161)에서 역확산되어 채널 추정 및 데이터 복조에 이용되고, 상기 핑거(161)의 PN(pseudo noise) 코드 발생기로부터 출력되는 PN 코드는 상기 기준신호 발생기(170)의 입력으로 제환(feedback)되어 기준신호 발생에 사용되어진다. 상기 기준신호 발생기(170)에서는 상기 핑거(161)로부터 전송된 PN 코드를 수신된 신호와 동기화시켜 기준신호로써 사용하고, 이를 상기 가중치 벡터 추정기(130)로 전달한다.

<31> 상기 디지털 빔 형성 네트워크(120)의 복소 가중치 벡터는 상기 기준신호 발생기(170)의 출력과 수신된 신호를 입력으로 받아 상기 가중치 벡터 추정기(130)에서

시스틀릭 어레이 구조를 이용한 적응 제어과정을 통해 실시간으로 갱신된다. 상기 디지털 빔 형성 네트워크(120)와 상기 가중치 벡터 추정기(130)의 수는 상기 복조기 내의 상기 핑거(161)의 수에 따라 결정되고, 각각의 상기 가중치 벡터 추정기(130)의 복소 가중치 벡터는 독립적으로 갱신되어진다. 그리고, 상기 마이크로프로세서(180)에서 각 블록들간의 데이터 통신 및 제어신호의 흐름을 제어한다.

<32> 도 2는 각각 본 발명의 일 실시예에 따라 특정한 채널에 대해 빔 형성 가중치 벡터의 실시간 계산을 위해 시스틀릭 어레이(systolic array) 구조를 적용한 칩 레벨 DD(Decision-Directed) 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신 시스템의 상세 블록도이다. 도 2를 참조하면, 도 2는 단지 가중치 벡터 추정을 위해 필요한 기준신호 발생 방법에 있어서 도 1과 차이가 나고, 그 외 모든 부분에서 도 1과 동일하다. 이를 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

<33> 먼저, 각 경로별 신호는 미세 조정된 경로지연 프로파일(profile) 정보에 기초하여 복조기내의 각 핑거(finger, 261)에서 역확산(de-spreading)되고, 이 경로신호들은 레이크(RAKE) 합성기(262)에서 합성된다. 합성된 신호는 디인터리버(de-interleaver), 채널 디코더를 거쳐 데이터 복원기를 통과하는 한편, 하드 리미터(263)를 거치면서 심볼이 결정된다. 하드 리미터(263)에서 결정된 심볼은 기준신호 발생기(270)로 변환되어진다. 파일럿 채널 데이터와 트래픽 채널 데이터는 각각 복조기의 핑거(261)에서 역확산되어 채널 추정 및 데이터 복조에 이용되고, 핑거(261)의 PN 코드 발생기로부터 출력되는 PN 코드는 기준신호 발생기(270)의 입

력으로 궤환(feedback)되어 기준신호 발생에 사용되어진다. 기준신호 발생기(270)에서는 하드 리미터(263)에서 결정된 심볼을 펌퍼(261)로부터 전송된 PN 코드를 이용하여 재확산시킨 후 수신된 신호와 동기화시켜 기준신호로써 사용하고, 이를 가중치 벡터 추정기(230)로 전달한다. 이와 같은 방법을 통해서 얻은 기준신호를 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 방법을 본 발명에서는 DD(Decision-Directed) 빔 형성 알고리즘이라고 명명한다.

<34> 도 3은 도 1 및 도 2에 도시된 펌퍼의 구성을 상세하게 나타낸 구성도이다. 도 3을 참고하면, 상기 펌퍼(300)는 수신 대역확산 신호(190,290)를 채널별로 역확산하고 코드추적 루프(350)의 처리를 위해 파일럿 채널 검출을 위한 I/Q 상관기(310, 또는 채널 추정기라 함), 트래픽 채널 I/Q 상관기(320), 액세스 채널 I/Q 상관기(330), 시그널링 채널 I/Q 상관기(340), 빠른-늦은 I/Q 상관기(351, 352), 비교기(357), 루프 필터(loop filter)(356), NCO(Numerical Controlled Oscillator)(355), 디스큐(deskew)(360) 및 잠금 검출기(lock detector)(370)를 포함하여 구성되는데, 이를 자세히 설명하면 다음과 같다.

<35> 상기 파일럿 채널 검출을 위한

I/Q 상관기(310)는 상기 상관길이 선택부(140,240)로부터 상관길이를 입력으로 받아 대역확산 신호(190,290)로부터 파일럿 채널의 데이터를 검출하여 채널 추정 정보를 얻어내고 이를 상기 도플러 주파수 추정기(150,250)와 상기 트래픽, 액세스 및 시그널링 I/Q 상관기(320, 330, 340)로 각각 보낸다. 상기 빠른 I/Q 상관기(251)는 정시(On-Time) PN 코드보다 $T_c(\text{chip duration})/2$ 앞선 국부 PN 코드로 정해진 적분 구간만큼 상관기능을 수행하고, 상기 늦은 I/Q 상관기(352)는 정시 PN 코드보다 $T_c/2$ 뒤진 국부 PN 코드로 상관기능을 수행한다. 상관 길이만큼 상관기능이 완료되면 I 및 Q 의 데이터를 제공한 후 더해서 에너지를 구한다(354). 에너지는 빠른 경로와 늦은 경로 각각에 대해서 구해지고, 두 에너지의 차를 구한 다음, 이들 에너지 차이를 상기 루프 필터(356)에 인가하여 적분 구간 단위로 얻은 에너지의 평균을 구한다. 상기 루프 필터(356)의 출력은 NCO(355)를 제어하기 위해 사용된다. 상기 NCO(355)는 입력되는 값에 따라 제어된 클럭을 발생시키는데, 이 클럭으로 상기 PN 코드 발생기(353)를 제어한다.

<36> 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 기존의 복조기 구조를 그대로 유지하되, 단지 복조기로부터 PN 코드 정보를 궤환받아 기준신호 발생기 입력으로 사용하는 점에서 차이가 있다.

<37> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 페이딩 적응형 공간-시간 배열 시스템의 역방향 링크의 구조를 개념적으로 표시한 예시도이다. 도 4를 참조하여 역방향 링크의 구조를 자세히 설명하면 다음과 같다. 주로 음성위주의 서비스를 제공하던 IS-95 CDMA 시스템에서는 기지국(400)에서 수신되는 모든 단말기(410, 420,

430)들의 수신전력이 일정하나, IMT-2000 시스템과 같이 고속 데이터 서비스를 제공하는 기지국(400)에서 수신되는 각 단말기들의 수신전력은 단말기 410, 420, 430으로부터 수신되는 수신 데이터 율에 따라 다를 수 있다. 예를 들어 단말기 410이 음성신호(저속 데이터 율)이고 단말기 430이 영상신호(고속 데이터 율)일 경우, 일반적으로 기지국(400)에서 수신되는 각 단말기의 수신전력은 단말기 430이 단말기 410보다 크게된다. 따라서, 저속 데이터일 때는 채널 추정시에 긴 구간 동안 상관시켜야 정확한 추정값을 얻을 수 있는 반면 고속 데이터일 때는 짧은 구간 동안 상관시켜도 정확한 추정값을 얻을 수 있게 된다.

<38> 도 5는 도 1 및 도 2에 도시된 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정부(520), 채널 추정기(310, 510) 및 상관 길이 선택부(500)의 블록도이다. 도 5를 참조하면, 도플러 주파수 추정부(520)는 파일럿 채널을 이용한 채널 추정기(510)로부터 출력되어 버퍼(530)에 저장되어 있던 과거의 페이딩 채널 정보와 현재의 페이딩 채널 정보를 입력으로 받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하게 된다.

<39> 본 발명에서 제안한 도플러 주파수 추정 방법에 대해서 자세히 설명하면 다음과 같다. 상기 채널 추정기(510)의 n 번째 채널 추정값 $\hat{v}_{k,l}(n)$ 과 $n+1$ 번째 채널 추정값 $\hat{v}_{k,l}(n+1)$ 이 각각 수학식 1과 같을 때 페이딩 채널의 도플러 주파수에 해당하는 순간 주파수 차는 다음의 수학식 2에서부터 수학식 4를 통해서 구할 수 있다.

<40>
$$\begin{aligned} \hat{v}_{k,l}(n) &= I(n) + jQ(n) \\ \text{【수학식 1】 } \hat{v}_{k,l}(n+1) &= I(n+1) + jQ(n+1) \end{aligned}$$

<41> 여기서, $I(n)$ 과 $Q(n)$, $I(n+1)$ 과 $Q(n+1)$ 은 각각 $\hat{\alpha}_n \cos \hat{\theta}_n$, $\hat{\alpha}_n \sin \hat{\theta}_n$, $\hat{\alpha}_{n+1} \cos \hat{\theta}_{n+1}$, $\hat{\alpha}_{n+1} \sin \hat{\theta}_{n+1}$ 를 나타내고, $\hat{\alpha}$ 와 $\hat{\theta}$ 는 각각 페이딩 채널의 크기와 위상을 의미한다.

<42> 상기 수학식 1에서 n 번째 채널 추정값의 $I(n)$ 과 $n+1$ 번째 채널 추정값의 $Q(n+1)$ 을 곱하고, n 번째 채널 추정값의 $Q(n)$ 과 $n+1$ 번째 채널 추정값의 $I(n+1)$ 을 곱하면 수학식 2를 얻을 수 있다.

<43>
$$\begin{aligned} I(n)Q(n+1) &= \hat{\alpha}_n \sin \hat{\theta}_{n+1} \cdot \hat{\alpha}_n \cos \hat{\theta}_n \\ \text{【수학식 2】 } I(n+1)Q(n) &= \hat{\alpha}_n \cos \hat{\theta}_{n+1} \cdot \hat{\alpha}_n \sin \hat{\theta}_n \end{aligned}$$

<44>
$$\begin{aligned} I(n)Q(n+1) - I(n+1)Q(n) &= \hat{\alpha}_n^2 (\sin \hat{\theta}_{n+1} \cos \hat{\theta}_n - \cos \hat{\theta}_{n+1} \sin \hat{\theta}_n) \\ &= \hat{\alpha}_n^2 \sin(\hat{\theta}_{n+1} - \hat{\theta}_n) \\ &\approx \hat{\alpha}_n^2 (\hat{\theta}_{n+1} - \hat{\theta}_n) \end{aligned}$$

【수학식 3】

<45> 여기서, $\hat{\alpha}_n^2$ 은 $I^2(n) + Q^2(n)$ 을 의미하므로 구하고자 하는 순간 주파수 차는 다음의 수학식 4로 구할 수 있다.

<46>
$$\Delta \hat{\omega} = \frac{I(n)Q(n+1) - I(n+1)Q(n)}{[I^2(n) + Q^2(n)] \cdot \Delta t}$$

【수학식 4】

<47> 상기 수학식 4로부터 구한 도플러 주파수와 마이크로 프로세서(180,280)로부터 받은 수신신호의 데이터 율을 이용하여 상기 상관 길이 선택부(500)는 과거에 선택된 상관 길이들과 현재에 선택된 상관 길이를 평균하여 수학식 5와 같이 적응적으로 상기 채널 추정기(510)의 상관 길이(N_p)를 결정하게 된다.

<48> **【수학식 5】**
$$N_p(n) = \frac{N_p(n) + N_p(n-1) + \dots + N_p(n-N+1)}{N}$$

<49> 도 6은 페이딩 채널의 도플러 주파수 추정부 및 채널 추정기의 상관 길이 선택부의 신호 흐름도이다. 도 6을 참조하여 이를 자세히 설명하면 다음과 같다. 먼저 상기 채널 추정기로 수신신호가 입력(600)되고, 입력된 수신신호는 과거에 선택된 상관길이 만큼 국부 PN 코드와 상관기능을 수행(610)하고, 이를 통해서 수신신호의 데이터 율 정보와 도플러 주파수가 추정(620)되면, 상기 채널 추정기의 상관길이가 선택(630)되어 과거에 선택된 상관길이를 갱신하게 된다. 이러한 일련의 과정들은 재귀적으로 수행(660)되어진다. 또한 상기 채널 추정기에 입력된 수신신호는 국부 PN 코드와 상관기능이 수행되고, 그 결과 추정된 채널정보(650)는 트래픽 채널의 왜곡을 보상(640)하는데 사용되어진다.

<50> 위에서 양호한 실시예에 근거하여 이 발명을 설명하였지만, 이러한 실시예는 이 발명을 제한하려는 것이 아니라 예시하려는 것이다. 이 발명이 속하는 분

야의 숙련자에게는 이 발명의 기술사상을 벗어남이 없이 위 실시예에 대한 다양한 변화나 변경 또는 조절이 가능함이 자명할 것이다. 그러므로, 이 발명의 보호범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 한정될 것이며, 위와 같은 변화예나 변경에 또는 조절예를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

【발명의 효과】

- <51> 이상과 같이 본 발명은 기존의 CDMA 이동 통신시스템의 터미널(단말기)에서 페이딩 채널에 의한 왜곡현상을 보상하기 위하여 파일럿 채널을 일정구간 동안 상관을 시켜 페이딩 채널 정보를 추정하여 이를 데이터를 보상하는데 사용하는 방식과는 달리, 배열 안테나를 적용한 기지국 시스템에서 도플러 주파수 추정을 통해 얻은 페이딩 채널의 변화량과 수신신호의 데이터 율을 이용하여 적응적으로 파일럿 채널을 상관시키는 방법을 이용함으로써 최적 지향성 빔 형성에 의한 전력 효율의 증대는 물론, 불필요한 간섭을 줄일 수 있고, 페이딩 채널에 의한 왜곡을 보다 정확히 보상할 수 있기 때문에 통신품질이 향상되고 기지국 당 서비스 반경 및 가입자 용량을 증대시킬 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 다수의 디지털 빔 형성 네트워크;

상기 다수의 디지털 빔 형성 네트워크의 출력신호를 복조하는 다수의 복조기;

상기 다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 파일럿 채널 상관기;

상기 파일럿 채널 상관기의 출력을 받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 도플러 주파수 추정부;

수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 마이크로 프로세서;

상기 도플러 주파수 추정부로부터 추정된 도플러 주파수 추정값과 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 상관 길이 선택부;

다수의 펌퍼의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 기준신호 발생기; 및

상기 기준신호 발생기의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 상기 디지털 빔 형성 네트워크로 제공하는 다수의 가중치 벡터 추정기를 포함한 것을 특징으로

하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 2】

다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 다수의 디지털 빔 형성 네트워크;

상기 다수의 디지털 빔 형성 네트워크의 출력신호를 복조하는 다수의 복조기;

상기 다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 파일럿 채널 상관기;

상기 파일럿 채널 상관기의 출력을 받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 도플러 주파수 추정부;

수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 마이크로 프로세서;

상기 도플러 주파수 추정부로부터 추정된 도플러 주파수 추정값과 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 상관 길이 선택부;

상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 레이크 합성기;

상기 레이크 합성기에서 합성된 심볼의 부호를 판정하는 심볼 추정용 하드 리미터;

빔 형성 알고리즘을 적용하기 위해 상기 하드 리미터의 출력과 다수의 핑거의 출력을 제환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 기준신호 발생기; 및

상기 기준신호 발생기의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 상기 디지털 빔 형성 네트워크로 제공하는 다수의 가중치 벡터 추정기를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 도플러 주파수 추정부는 파일럿 채널을 이용한 상기 채널 추정부로부터 출력되어 버퍼에 저장되어 있던 과거의 페이딩 채널 정보와 현재 출력되는 페이딩 채널 정보를 입력으로 받아 일련의 과정을 거쳐 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 4】

제 1항 또는 제2항에 있어서,

상기 상관 길이 선택부는 도플러 주파수 추정부로부터 추정된 도플러 주파수 추정값과 마이크로 프로세서로부터 제공되는 수신신호의 데이터 율을 이용하여 채널 추정기의 상관길이를 적응적으로 선택하여 페이딩 채널 정보를 보다 정확히 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 5】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 상관 길이 선택부는 상관길이를 적응적으로 선택함에 있어서 각 수신신호의 데이터 율과 유한한 샘플의 도플러 주파수에 대하여 미리 상관길이를 결정해 둔 테이블을 이용하여 각 데이터 율에 대해 추정된 도플러 주파수와 테이블을 비교하여 가장 근사한 도플러 주파수에 해당하는 상관길이를 선택하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 6】

제 1 항 또는 제2항에 있어서,

상기 상관 길이 선택부는 과거에 선택된 상관 길이들과 현재에 선택된 상관 길이를 평균하여 최종적으로 현재의 상관 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,

상기 가중치 벡터 추정기는 MMSE(Minimum Mean Square Error), LMS(Least Mean Square), NLMS(Normalized LMS) 및 RLS(R Recursive Least Square) 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 8】

제 2항에 있어서,

상기 가중치 벡터 추정기는 MMSE-DD(decision-directed), LMS-DD, NLMS-DD 및 RLS-DD 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신시스템.

【청구항 9】

다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 제 1단계;

상기 제 1단계의 출력신호를 복조하는 제 2단계;

다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 제 3 단계;

상기 제 3단계의 출력을 입력받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 제 4단계;

수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 제 5단계;

상기 제 4단계의 추정값과 상기 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 제 6단계;

다수의 평거의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 제 7단계;

상기 제 7단계의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 가중치 벡터를 추정하는 제 8단계; 및

상기 8단계의 추정값을 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제9단계를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 제 4단계는,

상기 제 3단계로부터 출력되어 버퍼에 저장되어 있던 과거의 페이딩 채널 정보와 현재 출력되는 페이딩 채널 정보를 입력으로 받아 일련의 과정을 거쳐 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 11】

제 9항에 있어서,

상기 제 6단계는,

상기 4단계의 추정값과 상기 제 5단계로부터 제공되는 수신신호의 데이터를 이용하여 채널 추정기의 상관길이를 적응적으로 선택하여 페이딩 채널 정보를 보다 정확히 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 12】

제 9 항에 있어서,

상기 제 6단계는,

상기 상관길이를 적응적으로 선택함에 있어서 각 수신신호의 데이터 율과 유한한 샘플의 도플러 주파수에 대하여 미리 상관길이를 결정해 둔 테이블을 이용하여 각 데이터 율에 대해 추정된 도플러 주파수와 테이블을 비교하여 가장 근사한 도플러 주파수에 해당하는 상관길이를 선택하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 13】

제 9항에 있어서,

상기 제 6단계는;

과거에 선택된 상관 길이들과 현재에 선택된 상관 길이를 평균하여 최종적으로 현재의 상관 길이를 결정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 14】

제 9항에 있어서,

상기 제 8단계는,

MMSE(Minimum Mean Square Error), LMS(Least Mean Square),

NLMS(Normalized LMS) 및 RLS(Recursive Least Square) 등의 적응 빔형성 알고리

음을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신방법.

【청구항 15】

상기 제 9항에 있어서,

상기 제 8단계는,

상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 제 1서브단계;

상기 제 1 서브단계의 합성된 심볼의 부호를 판정하는 제 2서브단계;

상기 제 2 서브단계의 출력과 상기 다수의 핑거의 출력을 제환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 제 3서브단계; 및

상기 제 3서브단계의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 MMSE-DD (decision-directed), LMS-DD, NLMS-DD 및 RLS-DD 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 제 4서브단계를 포함하고, 상기 제 8단계의 추정값을 상기 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제 9단계를 포함한 것을 특징으로 하는 칩 레벨 및 시간 기준 빔 형성 알고리즘을 적용한 공간-시간 배열 수신 방법.

【청구항 16】

컴퓨터에,

다수의 안테나로부터 수신되어 디지털 변환된 수신신호를 각각의 다중경로 신호별로 가중치 벡터를 곱하여 공간 필터링함으로써 빔을 형성하는 제 1단계;

상기 제 1단계의 출력신호를 복조하는 제 2단계;

다수의 복조기내에서 파일럿 채널을 이용하여 페이딩 채널을 추정하는 제 3단계;

상기 제 3단계의 출력을 입력받아 페이딩 채널의 도플러 주파수를 추정하는 제 4단계;

수신된 신호의 데이터 율 정보를 제공하고 신호의 흐름을 제어하는 제 5단계;

상기 제 4단계의 추정값과 상기 수신된 신호의 데이터 율을 입력으로 받아 파일럿 채널 상관기의 상관 길이를 결정하는 제 6단계;

다수의 펄서의 출력을 입력받아 기준신호를 발생하는 제 7단계;

상기 제 7단계의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 MMSE(Minimum Mean Square Error), LMS(Least Mean Square), NLMS(Normalized LMS) 및 RLS(Recursive Least Square) 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 제 8단계; 및

상기 제 8단계의 추정값을 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제9 단계를 포함하여 이루어진 것을 실행시킬 수 있는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

【청구항 17】

제 16항에 있어서,

상기 제 8단계는,

상기 다수의 복조기의 출력을 입력받아 심볼을 합성하는 제 1서브단계;

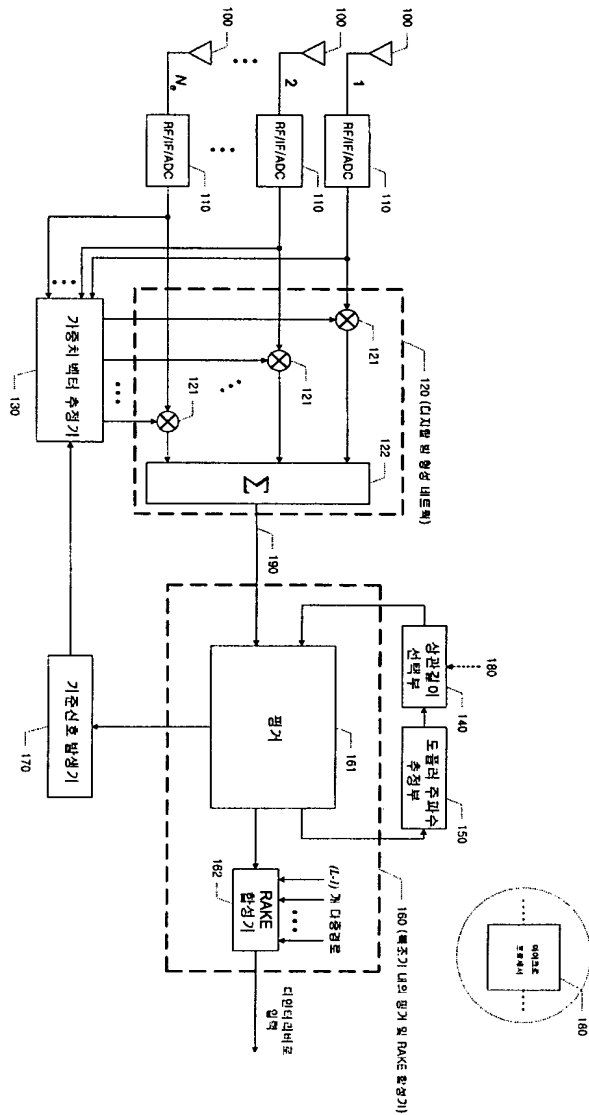
상기 제 1 서브단계의 합성된 심볼의 부호를 판정하는 제 2서브단계;

상기 제 2 서브단계의 출력과 상기 다수의 평거의 출력을 궤환받아 각각의 다중경로 신호에 대해 기준신호를 발생하는 제 3서브단계; 및

상기 제 3 서브단계의 출력과 상기 수신신호를 입력받아 MMSE-DD (decision- directed), LMS-DD, NLMS-DD 및 RLS-DD 등의 적응 빔형성 알고리즘을 이용하여 가중치 벡터를 추정하는 제 4서브단계를 포함하고, 상기 제 8단계의 추정값을 상기 디지털 빔 형성 네트워크의 입력으로 제공하는 제 9단계를 포함하여 이루어진 것을 실행시킬 수 있는 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

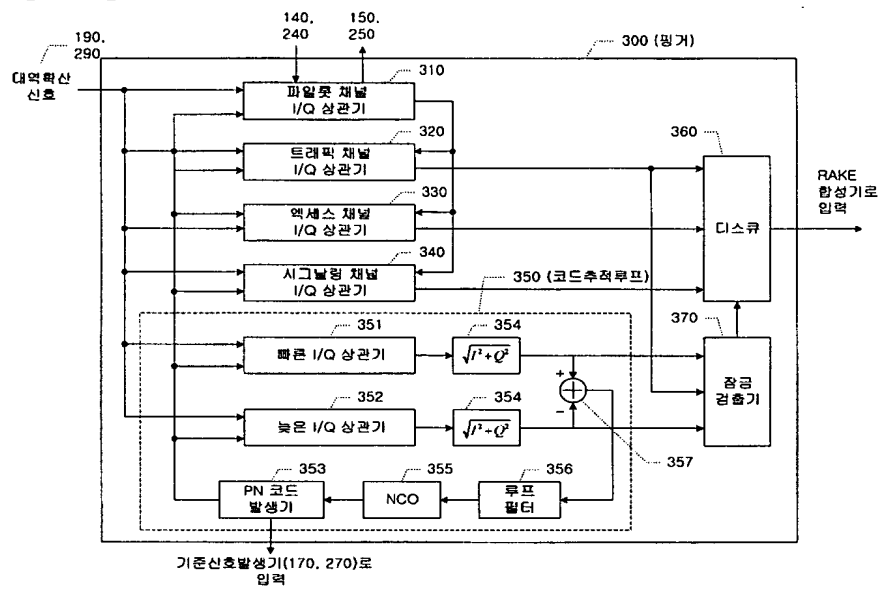
【도면】

【도 1】

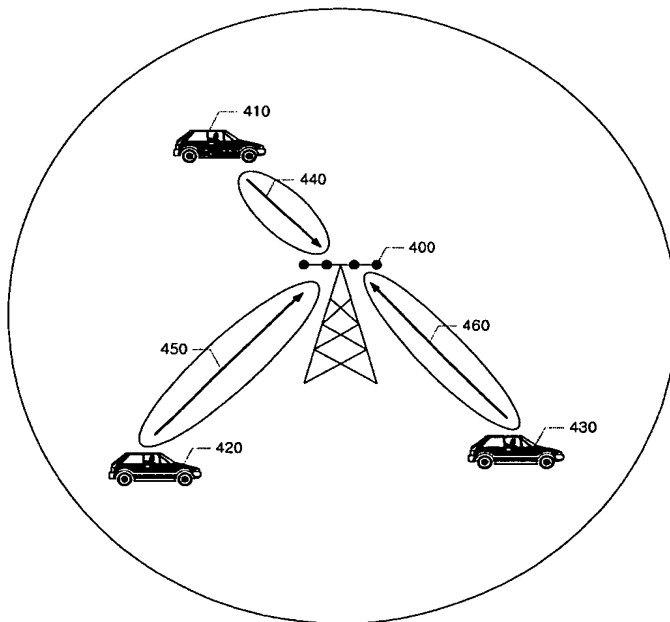


[illegible]

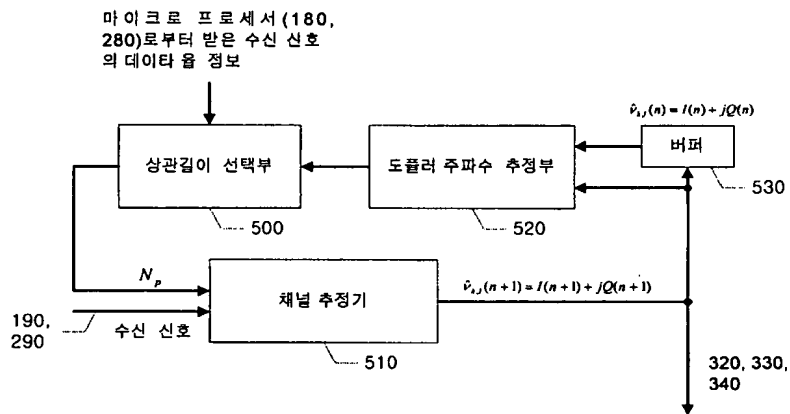
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

